

Aus der Chirurgischen Abteilung
des Städtischen Auguste-Viktoria-Krankenhauses

Berlin-Schöneberg

Dirig. Arzt: Professor Dr. R. Maatz

ERGEBNISSE DER PSEUDARTHROSENBEHANDLUNG
(184 Fälle in den Jahren 1941 - 1964)

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Hartmut Gerofke

aus Zülz

1969

Aus der
Chirurgischen Abteilung
des
Städtischen Auguste-Viktoria Krankenhauses
Berlin-Schöneberg
Dirig.Arzt Professor Dr. R.Maatz

Ergebnisse der Pseudarthrosenbehandlung
(184 Fälle in den Jahren 1941-1964)

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Gerofke, Hartmut
aus Zülz

Dekan: Professor Dr. med. Herbert L a x

Referent: Professor Dr.med. Richard Maatz

Korreferent: Professor Dr.med Günter Friedebold



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 17.10.1969

Inhaltsverzeichnis

I. Allgemeiner Teil	1
A) Definition	1
B) Einteilung	1
C) Ursachen	2
D) Behandlungsmöglichkeiten	2
II. Spezieller Teil	6
A) Humerus-Pseudarthrosen	6
1. Ursachen	6
2. Behandlung	6
3. Ergebnis	7
B) Pseudarthrosen am Unterarm	10
1. Ursachen	10
2. Behandlung	11
3. Ergebnis	12
3. a) Ulna	12
3. b) Radius	12
3. c) Pseudarthrosen an Ulna und Radius	13
C) Os scaphoideum-Pseudarthrosen	17
1. Ursachen	17
2. Behandlung	17
3. Ergebnis	18
D) Femur-Pseudarthrosen	20
1. Ursachen	20
2. Behandlung	20
3. Ergebnis	20
E) Pseudarthrosen an der Tibia	22
1. Ursachen	22
2. Behandlung	22
3. Ergebnis	23
F) Pseudarthrosen am Malleolus internus und externus	25
1. Ursachen	25
2. Behandlung	25
3. Ergebnis	26

G) Sonstige	28
1. Patella	28
a) Ursachen	28
b) Behandlung	28
c) Ergebnis	28
2. Clavicula	28
a) Ursachen	28
b) Behandlung	29
c) Ergebnis	29
III. Besprechung der Ergebnisse getrennt nach Verfahren	30
A) Federosteosynthese	30
B) Nagelung	30
C) Autologe Spantransplantation	31
D) Heterologe Spantransplantation (Kieler Span)	32
IV. Zusammenfassung	34
Literaturverzeichnis	36

I. Allgemeiner Teil

A) Definition

Die Übergänge zwischen verzögerter Verfestigung und Pseudarthrose sind fließend. Wollte man die von GULEKE gegebene Definition zugrunde legen, so würden zahlreiche der heute in Veröffentlichungen als Pseudarthrosen behandelten Fälle nicht mit Recht so genannt werden dürfen, denn der Kliniker wird dann operativ eingreifen, wenn die Aussicht auf knöcherne Heilung durch konservative Behandlung als sehr unsicher anzusehen ist. Unter dieser Bedingung die vollkommene Abdeckelung der Fragmentenden abzuwarten wäre ein Fehler zum Nachteil des Patienten. Eine beginnende Abdeckelung ist röntgenologisch nicht sicher erkennbar. Es ist darum auf eine strenge Differenzierung zwischen verzögerter Verfestigung und Falsegelenkbildung verzichtet worden, weil damit die Übersicht unnötig erschwert würde, und weil eine solche Differenzierung tatsächlich in vielen Fällen nicht möglich ist. Damit schließen wir uns dem Vorgehen der Mehrzahl aller Autoren an, welche über die Behandlungsergebnisse von "Pseudarthrosen" in den letzten Jahren berichteten.

B) Einteilung

Man unterscheidet angeborene und erworbene Pseudarthrosen.

Die erworbenen Pseudarthrosen können in

1. straffe;
2. schlaffe;
3. Defekt-Pseudarthrosen

unterteilt werden.

Die Einteilung ist für die Prognose und die einzuschlagende Therapie von Wichtigkeit.

Eine straffe Pseudarthrose mit kaum nachweisbaren Wackelbewegungen, die keine Schmerzen erzeugt und die Gebrauchsfähigkeit des betreffenden Gliedes nicht wesentlich einschränkt, erfordert keine Behandlung.

Eine schlaffe Pseudarthrose verursacht durch die ausgedehnte pathologische Beweglichkeit eine schwere Funktionsstörung.

C) Ursachen

Eine überragende Rolle bei der Entstehung der Pseudarthrosen spielt der mechanische Störfaktor. Er tritt besonders augenfällig in Erscheinung

1. bei schlechter Stellung der Fragmente mit mangelhafter Berührung der Bruchflächen;

2. Sperrwirkung des intakten oder zuerst geheilten Knochens bei paarigen Extremitätenabschnitten;

3. zu kurz dauernder oder häufig unterbrochener Ruhigstellung. Ungünstig auf die Knochenbruchheilung wirken sich ferner aus:

1. offene Frakturen (auch ohne Infektion);

2. Infektion im Frakturbereich;

3. mangelhafte oder aufgehobene Blutversorgung (mediale Schenkelhalsfraktur, Os scaphoideum, distale Tibia);

4. Gelenkfrakturen (Fehlen des Bruchhämatoms);

5. spärlicher oder fehlender Muskelbesatz.

Kontinuitätstrennung mit größerem Knochendefekt führt zur Defektpseudarthrose. Als Beispiele seien Schußbrüche und eiternde Frakturen mit großen Sequestern genannt.

D) Behandlungsmöglichkeiten

Das Ziel aller therapeutischen Maßnahmen ist die knöcherne Heilung. Diese ist ebenso wie bei Frakturen primär möglich, d.h. die Frakturspalten werden direkt durch Lamellenknochen ausgefüllt, es unterbleibt die Ausbildung eines angiogenen, desmalen oder chondralen Callus (primäre Knochenheilung, "soudure autogène", DANIS, 1949).

Im Röntgenbild kann die direkte Knochenbruchheilung einzig am Verschwinden des Frakturspaltes erkannt werden. Meist aber heilen Frakturen und Pseudarthrosen sekundär auf dem Umweg über den Callus. Eine Pseudarthrose erfordert operative Behandlung. Resektion und Eröffnung der Markräume sind nicht unbedingte Voraussetzungen einer erfolgreichen Therapie.

Folgende prinzipiell verschiedene Behandlungsmöglichkeiten stehen zur Verfügung:

1. Schaffung neuen Frakturmilieus (BECK'sche Bohrung, Aufsplitterung nach KIRSCHNER, Längsaufsägung nach BRANDES);

2.a) Spanüberbrückung (LEXER-Span in seinen verschiedenen Formen)
Der überbrückende Span (sog. LEXER-Prügel) wird heute meist mit Schrauben fixiert. Da er Defekte überbrücken soll, gibt er sichere Erfolge nur als autologes Material. Tragfähige homologe Corticalis wird erfolgreich zur Überbrückung größerer Defekte verwendet, wenn zusätzlich autologe Spongiosa eingefügt wird.

2.b) Anlegespan

Der kleine Span, subperiostal dem Knochen angelegt und nicht mit Draht oder Schraube fixiert (PHEMISTER), regt die Heilung einer straffen Pseudarthrose in noch nicht geklärter Weise an, führt jedenfalls in der Mehrzahl der Fälle zum Erfolg. PHEMISTER verwandte autologe Späne.

Die Ergebnisse mit den homologen Spänen aus der Tiefkühltruhe sind ebenfalls gut, nur verlangen diese Späne eine lange Zeit der Ruhigstellung im Gipsverband (BÜCKLE DE LA CAMP u.a.).

Gleichgute Ergebnisse wie mit dem autologen Span erzielt man im ersatzstarken Lager mit dem heterologen Span.

Der autologe Span kann auch im ersatzschwachen Lager Verwendung finden, da er sich aus den in den HAVERS'schen Kanälen überlebenden Geweben selbst erneuert.

Der Kieler Span (MAATZ, BAUERMEISTER) ist eine antigenfreie heteroplastische Knochensubstanz. Der Kieler Span wird auf dem Wege der schleichenden Substitution durch lebenden Knochen ersetzt. Die Gewinnung des Kieler Spanes aus Tierknochen gestattet eine große Variationsmöglichkeit hinsichtlich Form, Größe und des Verhältnisses von Corticalis zu Spongiosa.

Eine Abart des Anlegespanes ist der Schiffchenspan (MAATZ). Dieser Span ist mit einem kielartigen Fortsatz versehen, der senkrecht zur Spanoberfläche in den Knochen versenkt wird (T-Span). Der Anlegeteil erfüllt die Aufgabe des PHEMISTER-Spanes. Der "Kiel" überbrückt die Pseudarthrose intraossär und stellt die Fragmente ruhig. Der T-Span besteht aus heteroplastischer Spongiosa.

Eine andere Abart des Anlegespanes ist der Anlege-Einlegespan, wie er bei gelenknahen Pseudarthrosen angewandt wird. Der Einlegespan liegt im Knochen. Er wird vor allem autolog als Verschiebe- oder Umkippspan verwendet. Als Riegelspan verhindert er bei liegendem Marknagel die Rotationsbewegungen (Humerus und Ulna).

Die Spongiosaverpflanzung (MATTI) hat sich praktisch nur bei der Os scaphoideum-Pseudarthrose durchsetzen können.

3. Osteosynthese

Für die Pseudarthrosenbehandlung kommt nur ein Teil der Formen der Osteosynthese in Frage, welche bei Frakturen erfolgreich sind.

3.a) KÜNTSCHER-Nagelung

Durch elastische Verklebung zwischen Nagel und Knochenrohr entsteht eine stabile Osteosynthese. Die Aufweitung der Markhöhle und die Einführung vorschriftsmäßig dicker Nägel, auch die Verwendung verschieden gestalteter Nägel (Spreiz-, Keil-, konische Nägel) garantieren bzw. verbessern die Formschüssigkeit. So erreicht man mit dem Marknagel unter günstigen Bedingungen eine belastungsstabile Osteosynthese, welche zur primären Knochenheilung führen kann. In der Mehrzahl der Fälle bleiben allerdings geringfügige Bewegungsmöglichkeiten zwischen den Fragmenten, die praktisch bedeutungslos sind, die belastungsstabile Osteosynthese nicht stören, wohl aber eine Knochenheilung mit dem Umweg über den Callus verlangen.

3.b) Federosteosynthese (MAATZ)

Die Fragmente werden durch Federkraft unter Druckkontakt gehalten. Resorptive Vorgänge an den Bruchenden und zwischen Knochen und Fremdkörper sind bedeutungslos, da sie durch die Feder ausgeglichen werden. Die Feder kann überall dort angewendet werden, wo natürliche Preßkräfte fehlen: am Schaftknochen, z.B. Humerus und an der Ulna als Markraumfeder, in Form der Spongiosafeder oder als Federkopfschraube bei Fixation von Gelenkfragmenten oder transplantierten Spänen.

3.c) Druckplatten-Osteosynthese

Mittels Platten und Schrauben werden die Fragmente unter Druck fixiert (Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese). Auf diese Art und Weise läßt sich nur Übungsstabilität erzielen. Nur mit Einschränkung werden angewandt:

3.d) RUSH-Pin

Beim RUSH-Pin wird eine relative Stabilität durch Dreipunktabstützung erreicht. Dadurch kann aber nur eine übungsstabile, nicht eine belastungsstabile Osteosynthese erreicht werden.

3.e) Schraube

Die Schraube bietet die Möglichkeit, die Fragmente-falls sie nicht unter starkem Muskelzug oder Gelenkflächendruck stehen-ausreichend

zu fixieren: Os scaphoideum, Malleolus internus, Olecranon, Patella.

3.f) Kompressionsosteosynthese mit äußeren Spannern

Je ein KIRSCHNER-Draht (GREIFENSTEINER) oder ein STEINMANN-Nagel (CHARNLEY) werden proximal und distal der Bruchflächen durch die Knochenenden gebohrt und mittels äußerer Spanner zusammengepreßt. Die Verbindung zwischen Außenwelt und Knochen schafft eine Eintrittspforte für Keime. Weder Übungs- noch Belastungsstabilität werden damit erreicht. Ein zusätzlicher Gipsverband ist erforderlich.

II. Spezieller Teil

A) Humerus-Pseudarthrosen

1. Ursachen

Am Humerus macht sich das Fehlen einer entsprechend entwickelten Muskulatur, welche nach stattgehabter Fraktur die Fragmente gegeneinanderpressen könnte, besonders nachteilig bemerkbar. Humerus-Pseudarthrosen treten vorwiegend nach größeren Knochenverlusten (Schußbrüche, Eiterungen) und nach fehlerhafter Behandlung (Hyperextension von Querbrüchen und kurzen Schrägbrüchen) auf.

Es handelt sich insgesamt um 46 Pseudarthrosen am Humerus.

21 Schußbrüche, drei offene Frakturen, drei unsachgemäße Behandlungen und Bruch des Osteosynthesematerials in fünf Fällen ließen sich als Ursachen der Pseudarthrosenentstehung ermitteln.

In 14 Fällen war eine Ursache für das Ausbleiben der knöchernen Heilung nicht zu finden.

2. Behandlung

Die Arten der Behandlung der Oberarm-Pseudarthrosen in den Jahren 1941-1964 stellen praktisch einen Überblick über die Entwicklung der Federosteosynthese dar.

Der erste Patient wurde bei eiternder Pseudarthrose mit Nagel, Gipsverband und äußeren Gummizügen erfolgreich behandelt. Es folgte dann die Kombination mit Nagel und eingelegter Feder, und heute wird diese Form der Osteosynthese am Oberarm ebenso wie an der Elle mit einer langen Schraubenfeder mit zentralem Nagel (RUSH-Pin) durchgeführt.

Aseptische Defekt-Pseudarthrosen wurden durch ein autoplastisches Tibiatransplantat überbrückt.

Infizierte Defekt-Pseudarthrosen konnten unter Inkaufnahme einer Verkürzung mit Nagel und eingelegter Feder oder Schraubenfeder mit zentralem Nagel stabilisiert werden. Defekt-Pseudarthrosen des Humerus, welche in achsengerechter Stellung mit einer Verkürzung bis zu zwölf cm heilten, ergaben praktisch keine Ausfälle in der Leistungsfähigkeit des Armes (MAATZ).

Pseudarthrosen des Humerus werden durch den Nagel in der Mehrzahl der Fälle nicht geheilt. Bei Nachlassen des Muskeltonus können die

Fragmente - bedingt durch das Gewicht des Armes - über dem Nagel auseinanderweichen. Die verhältnismäßig schwache Muskulatur ist nicht in der Lage, die Fragmente wieder zusammenzuziehen (Sperrwirkung des Marknagels).

Als "Calluslocker" (MAATZ) wurden subperiostal Kieler Späne angelagert.

3. Ergebnis

Eine Humerus-Pseudarthrose wurde mit Nagel und äußeren Gummizügen zur knöchernen Überbrückung gebracht.

Eine subcapitale Humerus-Pseudarthrose heilte nach Anlagerung eines Kieler Spanes, eine weitere nach Stabilisierung mit einer Spongiosafeder.

Von 39, teilweise infizierten, Humerus-Pseudarthrosen, die durch Nagel mit eingelegter Feder oder Schraubenfeder mit zentralem Nagel versorgt wurden, heilten 37 in der mittleren Zeit von vier Monaten. Vier dieser 39 Pseudarthrosen konsolidierten erst nach erneuten operativen Maßnahmen:

Nr. 21 und Nr. 23 nach erneuter Behandlung mit Nagel und Feder, Nr. 7 nach Anlagerung eines Kieler Knochenspanes.

Bei dem Patienten Nr. 26 wurde zunächst ein Kieler Span angelagert. Eine Nagelfraktur machte die Spantransplantation zunichte. Auch die erneute Versorgung durch Nagel mit Feder führte nicht zum Erfolg. Diese Pseudarthrose heilte erst knöchern, nachdem ein zweites Mal ein Kieler Span angelagert wurde.

Zwei Pseudarthrosen, die mit Nagel und Feder behandelt wurden, blieben Mißerfolge. Bei Pat. Nr. 25 änderte auch eine autoplastische Spantransplantation (Spanfraktur!) und eine, wegen Nagelfraktur vorgenommene, Renagelung nichts an dieser Tatsache.

Vier Humerus-Pseudarthrosen wurden genagelt. Drei dieser Humerus-Pseudarthrosen heilten knöchern. Die Ursache für das Ausbleiben der Konsolidation der vierten genagelten Humerus-Pseudarthrose liegt in einer Nagelfraktur begründet.

Name	Erste Verletzung	Behandlung der Primärfraktur	Datum der Primärverletzung-Op.	Zeit nach dem Unfall (Monate)	Zustand bei der Operation	Behandlung Primärfraktur	Niederstufte Behandlung	Prognose (Heilung)	Bemerkungen
1. A. Klein	18 Schußbruch	unbekannt	1946	14	Fistel, Sequester, Defekt	Feder, Nagel	-	sehr.	5 cm Verkürzung
2. A. Klein	19 Schußbruch	Drabhtligatur	1953	15	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	8,5
3. A. Klein	20 Schußbruch	unbekannt	1945	15	Defekt	Nagel	-	sehr.	Nagelbruch
4. A. Klein	21 Schußbruch	unbekannt	1952	36	Defekt	Feder	-	sehr.	7 cm Verkürzung
5. A. Klein	22 Schußbruch	autoplastischer Span, Spanfraktur	1954	36	Fistel, Sequester	Feder, Nagel	-	sehr.	6
6. A. Klein	23 Schußbruch	unbekannt	1949	28	Fistel, Sequester	Feder (bei liegenden Nagel)	-	sehr.	-
7. A. Klein	24 Schußbruch	Drabhtligatur	1958	99	geschlossene Pa.	Schraubenfeder	Kleider Span	sehr.	4
8. A. Klein	25 Schußbruch	unbekannt	1944	15	Fistel, Defekt	Feder, Nagel	-	sehr.	2,5 8 cm Verkürzung
9. A. Klein	26 Schußbruch	Nagel	1945	17	Fistel, Sequester, Defekt	Feder (bei liegenden Nagel)	-	sehr.	2,5 4 cm Verkürzung
10. A. Klein	27 Schußbruch	unbekannt	1946	6	Fistel, Sequester, Defekt	Feder, Nagel	-	sehr.	3 8 cm Verkürzung
11. A. Klein	28 Schußbruch	unbekannt	1953	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3
12. A. Klein	29 Schußbruch	Laser-Span, Spanfraktur	1960	6	geschlossene Pa.	Nagel, Ligaturfedern	-	sehr.	1,5
13. A. Klein	30 Schußbruch	unbekannt	1963	14	geschlossene Pa.	Nagel	-	sehr.	3
14. A. Klein	31 Schußbruch	Drabhtschlingung	1965	36	gebrochener Ellenbogenbohlen, Defekt	Feder, Nagel	-	sehr.	3 5 cm Verkürzung
15. A. Klein	32 Schußbruch	unbekannt	1946	11	Fistel, Defekt	Feder, Nagel	-	sehr.	2,5 5 cm Verkürzung
16. A. Klein	33 Schußbruch	unbekannt	1953	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	4 4 cm Verkürzung
17. A. Klein	34 Schußbruch	unbekannt	1960	8	gebrochener Ruch-pin	Schraubenfeder	-	sehr.	3,5
18. A. Klein	35 Schußbruch	funktionell	1963	6	geschlossene Pa.	Spannrollfeder	-	sehr.	1,5
19. A. Klein	36 Schußbruch	Nagel, Drabht	1945	5	Fistel, Sequester, Defekt	Feder, Nagel	-	sehr.	3,5 8 cm Verkürzung
20. A. Klein	37 Schußbruch	Laser-Span, Drabhtligatur	1947	24	Fistel, Sequester, Defekt	Feder, Nagel	-	sehr.	4 7 cm Verkürzung
21. A. Klein	38 Schußbruch	unbekannt	1949	12	Fistel, Sequester, Defekt	Feder, Nagel	-	sehr.	4 4 cm Verkürzung
22. A. Klein	39 Schußbruch	Drabhtligatur	1953	12	Angiome (Ellenbogen-gelenk)	Feder, Nagel	-	sehr.	6 6 cm Verkürzung
23. A. Klein	40 Schußbruch	unbekannt	1952	36	Sequester	Feder, Nagel	-	sehr.	5
24. A. Klein	41 Schußbruch	unbekannt	1957	12	geschlossene Pa.	Feder, Nagel	-	sehr.	3,5 2 cm Verkürzung
25. A. Klein	42 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3 2 cm Verkürzung
26. A. Klein	43 Schußbruch	unbekannt	1945	18	Angiome (Ellenbogen-gelenk), Fistel	Nagel, 6 cm andere Gummifeder	-	sehr.	3
27. A. Klein	44 Schußbruch	unbekannt	1955	132	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3
28. A. Klein	45 Schußbruch	unbekannt	1949	36	Defekt	Feder	-	sehr.	6 12 cm Verkürzung
29. A. Klein	46 Schußbruch	unbekannt	1945	60	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
30. A. Klein	47 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
31. A. Klein	48 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
32. A. Klein	49 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
33. A. Klein	50 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
34. A. Klein	51 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
35. A. Klein	52 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
36. A. Klein	53 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
37. A. Klein	54 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
38. A. Klein	55 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
39. A. Klein	56 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
40. A. Klein	57 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
41. A. Klein	58 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
42. A. Klein	59 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
43. A. Klein	60 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
44. A. Klein	61 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
45. A. Klein	62 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
46. A. Klein	63 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
47. A. Klein	64 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
48. A. Klein	65 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
49. A. Klein	66 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
50. A. Klein	67 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
51. A. Klein	68 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
52. A. Klein	69 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
53. A. Klein	70 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
54. A. Klein	71 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
55. A. Klein	72 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
56. A. Klein	73 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
57. A. Klein	74 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
58. A. Klein	75 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
59. A. Klein	76 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
60. A. Klein	77 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
61. A. Klein	78 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
62. A. Klein	79 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
63. A. Klein	80 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
64. A. Klein	81 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
65. A. Klein	82 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
66. A. Klein	83 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
67. A. Klein	84 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
68. A. Klein	85 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
69. A. Klein	86 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
70. A. Klein	87 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
71. A. Klein	88 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
72. A. Klein	89 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
73. A. Klein	90 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
74. A. Klein	91 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
75. A. Klein	92 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
76. A. Klein	93 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
77. A. Klein	94 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
78. A. Klein	95 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
79. A. Klein	96 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
80. A. Klein	97 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
81. A. Klein	98 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
82. A. Klein	99 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5
83. A. Klein	100 Schußbruch	unbekannt	1946	36	geschlossene Pa.	Feder	-	sehr.	3,5

Name	Alter (Jahre)	Erste Verletzung	Behandlung der Primärfraktur	Zeit nach dem Unfall (Monate)	Status bei der Operation	Behandlung der Pseudarthrose	Stapelnaht- Behandlung	Heilungs- zeit (Monate)	Bemerkungen
11 K.Karl	32	Schußbruch	heteroplastischer Span	1953	geschlossene Pa.	Feder, Leistenbündel	-	pp	6
16 v.R.Karl	32	Schußbruch	unbekannt	1946	offene, 2 Pistolen, Sequenter	Feder, Nagel	-	sch.	6
35 R.Otto	35	Schußbruch	Nagel	1945	2 Pistolen, Sequenter	Feder, Nagel	-	sch.	3
36 Sch.saml.	31	unbekannt	Nagel	1951	gebrochener Nagel	Feder, Nagel	-	pp	3
37 Sch.Gustav	52	unbekannt	unbekannt	1948	geschlossene Pa.	Feder	-	pp	3,5
38 Sch.Helms	42	unbekannt	unbekannt	1952	geschlossene Pa.	Feder	-	pp	3
39 Samml.	50	Schußbruch	unbekannt	1946	Pistole, Sequenter, Defekt	Feder, Nagel	-	sch.	3,5
40 S.Klein	52	offene Fraktur	Drablligatur, Gips, nach Refraktur Nagelung	1962	7 Pistolen, Sequenter	Schraubenfeder	-	sch.	4,5
41 S.Haus	31	unbekannt	unbekannt	1955	Abzirkose (Ellenbogen- geleitet)	Feder, Nagel	-	pp	2
42 T.Hermann	46	unbekannt	unbekannt	1945	geschlossene Pa.	Feder, Nagel	-	pp	3
43 U.Willi	39	unbekannt	insuffiziente Nagelung	1946	geschlossene Pa.	Feder	-	pp	2
44 W.Monika	42	Fraktur (mittleres Drittel)	sechsmal Nagelung	1961	7 geschlossene Pa.	Nagel	-	pp	1,5
45 W.Faul	54	Schußbruch	insuffiziente Nagelung, Drablligatur	1944	56 Pistolen, Defekt	Feder, Nagel	-	sch.	2
46 Z.Gertrud	51	Fraktur (subkapital)	blutige Reposition, Drablligatur, Gips, Sequentronomie	1960	20 geschlossene Pa.	Kiefer Span	-	pp	3

Tabelle 11. Externa-Pseudarthrosen

B) Pseudarthrosen am Unterarm

1. Ursachen

Nach Unterarmfrakturen werden entweder beide Knochen oder die Ulna allein pseudarthrotisch. Nach einer isolierten Radiusfraktur entsteht nur dann eine Pseudarthrose, wenn ein großer Defekt oder eine starke Dislokation vorliegt.

Der Radius ist der Strebepfeiler des Unterarmes. Bei einer Unterarm- oder isolierten Radiusfraktur wird der Radius durch den Muskelzug verkürzt, gleichzeitig weicht das distale Ulnaende handgelenkwärts aus (MAATZ: "Ellenvorschub", BÖHLER: "zentrale Teilluxation oder Luxation des Ellenköpfchens"), weil es an der Handwurzel keinen Widerstand findet, die Anordnung des Bandapparates dieses nicht verhindert und bei distal von der Mitte gelegenen Ulnafrakturen keine Muskeln existieren, die das distale Ulnafragment dem proximalen nähern könnten. Im Gegenteil: der Muskelzug distrahiert die Fragmente. Je nach der Lokalisation der Fraktur können Teile des M. flexor digitorum profundus, M. extensor pollicis longus, M. pronator quadratus und der M. indicis proprius in diesem Sinne wirken. Daß diese zentrale Luxation der Ulna nach Radiusfrakturen häufig ist, beschrieb u. a. GALEAZZI im Jahre 1935.

Sperrwirkung durch den intakten oder zuerst geheilten Knochen ist vor allem bei Defekten möglich.

Darum trenne ich jetzt nach der Ätiologie der Pseudarthrosen am Unterarm in Ulna-Pseudarthrosen, Radius-Pseudarthrosen und Pseudarthrosen, gleichzeitig an Ulna und Radius auftretend.

Insgesamt wurden 58 Pseudarthrosen am Unterarm operiert:

23 Ulna-Pseudarthrosen,

13 Radius-Pseudarthrosen,

22 Pseudarthrosen an Ulna und Radius.

Bei den 23 Ulna-Pseudarthrosen war die primäre Verletzungsart in 13 Fällen eine Unterarmfraktur, dreimal eine isolierte Ulnafraktur, bei sieben Patienten ließ sie sich nicht mehr feststellen.

Acht dieser 23 Ulna-Pseudarthrosen entstanden nach Schußbrüchen (sechs mit Defekt), eine nach Verkürzungsosteotomie, zwei nach offenen Unterarmfrakturen (eine mit Defekt), zwölfmal ließ sich eine Ursache nicht finden.

Die Primärverletzung der insgesamt 13 Radius-Pseudarthrosen war

in vier Fällen eine Unterarmfraktur, dreimal eine isolierte Radius-Fraktur (davon zwei mit großem Defekt), sechsmal ließ sie sich nicht mehr ermitteln.

Siebenmal gingen der Radius-Pseudarthrose Schußbrüche (fünf mit großem Defekt), dreimal offene Frakturen (eine infiziert, eine mit starker Dislokation), einmal eine unbekannte Primärverletzung, die zu einem großen Radius-Defekt geführt hatte, voraus. Zweimal gelang es nicht, irgendeinen Umstand für das Entstehen der Pseudarthrose verantwortlich zu machen.

Neun der 22 Unterarm-Pseudarthrosen entstanden nach Schußbrüchen (vier infiziert), sechs nach offenen Unterarmfrakturen (fünf infiziert), siebenmal ließ sich keine Ursache für die Pseudarthrosenbildung finden.

2. Behandlung

Handgelenknahe Pseudarthrosen der Ulna verursachen oft keine Beschwerden und erfordern daher auch keine Behandlung. War jedoch eine Therapie notwendig, wurde die Ellenfeder verwandt.

Aseptische Defekt-Pseudarthrosen wurden durch autoplastische Späne überbrückt. Die Spanfixation erfolgte durch Ligaturfedern oder Drahtumschlingungen. Eine gleichzeitige Nagelung war nicht sinnvoll, da der Nagel am Unterarm keine exakte Ruhigstellung gewährleistet. Der Nagel gefährdet unter Umständen sogar den Operationserfolg, da er die Berührungsfläche des Spanes mit der Umgebung verkleinert. Bei infizierten Defekt-Pseudarthrosen mußte man entweder aseptische Verhältnisse abwarten oder osteotomierte den intakten Knochen. Eine Verkürzungsosteotomie der Ulna erfolgte an der Grenze zwischen mittlerem und distalem Drittel. Die Fragmente wurden durch eine Markraumfeder aneinandergefügt.

Ellen-Pseudarthrosen (ohne größeren Defekt) wurden wie folgt behandelt: früher konischer Ellennagel und Markraumfeder (erforderlich war der Nagel nur in der proximalen Hälfte), jetzt Ellenschraube mit Feder.

Radius-Pseudarthrosen wurden mit RUSH-Pin oder KÜNTSCHER-Nagel versorgt.

3. Ergebnis

a) Ulna

Fünf Ulna-Defekt-Pseudarthrosen wurden mit überbrückenden autoplastischen Transplantaten versorgt. Vier dieser Ulna-Defekt-Pseudarthrosen heilten knöchern. Ursache des einen Versagers war Infektion und Spanresorption.

Eine Ulna-Defekt-Pseudarthrose, welche zunächst mit einer Schraube mit Feder und einem heteroplastischen Span behandelt wurde, heilte erst, nachdem in einer zweiten Operation eine autoplastische Spantransplantation vorgenommen wurde.

Eine Ulna-Defekt-Pseudarthrose heilte nach Nagelung und Versorgung mit einem Onlay-Span.

Eine Ulna-Defekt-Pseudarthrose wurde mittels Feder und homologem Span behandelt. Der stark gekrümmte Radius wurde verkürzt, aufgerichtet und erhielt ebenfalls einen homologen Span. Heilung erfolgte nach sechs Monaten.

Eine Ulna-Pseudarthrose heilte nach Behandlung mit Schraube und Feder sowie gleichzeitiger Anlagerung eines Kieler Spanes. Zwölf Ulna-Pseudarthrosen wurden mit der Ellenfeder allein oder in Kombination mit Nagel bzw. Schraube behandelt. Alle heilten nach durchschnittlich 4,5 Monaten.

Zwei genagelte Ulna-Pseudarthrosen wurden nicht knöchern überbrückt.

b) Radius

Acht Radius-Pseudarthrosen heilten nach Nagelung.

Drei Radius-Defekt-Pseudarthrosen wurden durch autoplastische Transplantate, welche auf einen Nagel aufgefädelt waren, behandelt. Zwei heilten knöchern. Beim dritten Patienten trat ein Ermüdungsbruch des autoplastischen Transplantates auf. Diese Pseudarthrose heilte erst, nachdem in einer zweiten Operation eine überbrückende autoplastische Spantransplantation vorgenommen wurde.

Zwei weitere Radius-Defekt-Pseudarthrosen heilten nach Transplantation autoplastischer Späne.

Der Zeitpunkt der knöchernen Überbrückung der Pseudarthrosen ist bei zwölf Patienten bekannt. Er beträgt durchschnittlich 4,5 Monate.

c) Pseudarthrosen an Ulna und Radius

17 Pseudarthrosen an Ulna und Radius wurden typisch versorgt, d.h. die Ulna erhielt einen Nagel mit eingelegter Feder bzw. eine Schraubenfeder mit zentralem Nagel, der Radius wurde durch KÜNTSCHER-Nagel oder RUSH-Pin stabilisiert.¹⁵ typisch behandelte Pseudarthrosen von Ulna und Radius heilten knöchern, zweimal blieb die Ulna pseudarthrotisch.

Zwei Pseudarthrosen von Ulna und Radius, die in der als typisch bezeichneten Art und Weise behandelt wurden, erhielten zusätzlich Spananlagerungen an Ulna und Radius. Beide heilten.

Eine Pseudarthrose von Ulna und Radius heilte, nachdem die Ulna durch Nagel und Feder, der Radius durch Span versorgt wurden. Bei zwei Pseudarthrosen von Ulna und Radius bestand die Therapie in gleichzeitiger Nagelung von Ulna und Radius. Die alleinige Nagelung beider Unterarmknochen ergab als Endresultat jeweils eine persistierende Pseudarthrose an der Ulna, während der Radius knöchern überbrückt wurde.

Von insgesamt 22, z.T. eiternden Pseudarthrosen an Ulna und Radius heilten also 18 in der mittleren Zeit von vier Monaten. Viermal blieb die Ulna pseudarthrotisch.

Aus den Ergebnissen der Ulna-, Radius- und Ulna- und Radius-Pseudarthrosenbehandlung läßt sich ableiten, daß die Ellenfeder zuverlässig die distraktionsbedingte Ellen-Pseudarthrose - wenn kein größerer Defekt vorliegt - zur Ausheilung bringt.

Daß die Nagelung zweier Ulna-Pseudarthrosen und zweier Pseudarthrosen an Ulna und Radius mit Mißerfolgen an der Ulna endete, während der Radius knöchern heilte, erklärt sich aus der Tatsache, daß der Nagel Rotationsbewegungen der Fragmente gegeneinander zuläßt, und daß er das Auseinanderweichen der Fragmente nicht verhindern kann, sobald eine genügende Lockerung im Markraum aufgetreten ist. Diese Tatsache deckt sich mit den Erfahrungen von GRIESSMANN, BÖHLER u.a.

Im besprochenen Krankengut findet sich keine Pseudarthrose an Ulna und Radius gleichzeitig, wo die Ulna geheilt, während der Radius pseudarthrotisch geblieben wäre.

N.	Name	Alter (Jahre)	Erste Verletzung	Behandlung der Primärfraktur	Datum der Pseudarthrose-Op.	Zeit nach dem Unfall (Monate)	Zustand bei der Operation	Behandlung der Pseudarthrose	Wiederholte Behandlung	Heilung (in Monaten)	Ergebnis Heilung (in Monaten)
1	A. Selge	24	Unterschenkelfraktur	unbekannt	1949		geschlossene Fr.	Hebel	-	pp	Pseudarthrose (Knochenfraktur)
2	B. Otto	29	Monteggia-Fraktur	unbekannt	1934		geschlossene Fr.	Feiler	-	pp	
3	B. Otto	20	Schuldrub	unbekannt	1947		Ellenverrenk	Feder	-	pp	
4	B. Willis	34	Schuldrub	unbekannt	1934		Defekt, Erkennung des Radius	Ulna-Feder, hohlgelegter Span, Radiusver- kürzung, Auftrichtung, hohlgelegter Span	Knochen der Feder	pp	8
5	B. Kammlich	55	unbekannt	Drachling der Ulna	1940		geschlossene Fr.	Ulna-Feder, Radiusver- kürzung, Auftrichtung, hohlgelegter Span	-	pp	6
6	Ch. Karl	18	offene Unterschenkelfraktur	Oipe	1925		Defekt	metaplastischer Span, Pedortopfankern, Onlay-Span, Hebel	-	pp	3
7	D. Otto	20	Schuldrub (septisch)	unbekannt	1945		Defekt	Ulna-Feder	-	pp	4
8	H. Johann	58	Monteggia-Fraktur	Beurloze (B. u. h., rad.)	1955		geschlossene Fr.	Kugel, Feder	-	pp	3
9	J. Siegfried	31	Unterschenkelfraktur	1. Ulna, Hebel, Rad.-Hebel, 2. Ulna, Hebel, Feder	1951		geschlossene Fr.	Hebel, Feder	-	pp	4
10	K. Günther	29	Unterschenkelfraktur	unbekannt	1947		Radiusfrakturheilung	Ulna-Feder, Hebel	-	pp	4
11	K. Hermann	29	Schuldrub (septisch)	unbekannt	1955	150	geschlossene Fr.	Ulna-Feder, Radiusver- kürzung, Hebel	-	pp	7
12	K. Reint	16	Unterschenkelfraktur	Oipe	1959	5	geschlossene Fr.	Ellenverrenk mit Feder, kleiner Span	-	pp	2,5
13	K. Pösch	17	Schuldrub	unbekannt	1932	2	Defekt	metaplastischer Span (geringer ein- geleitet, distal Ligament)	-	pp	3
14	L. Herold	27	Unterschenkelfraktur	hohlgelegter Span	1922	3	Defekt	metaplastischer Span, Pedortopfankern	-	pp	4
15	L. W. Gung	20	Schuldrub	unbekannt	1949	4	Defekt	metaplastischer Span	-	pp	4
16	M. August	45	Ellenverrenk	unbekannt	1955		geschlossene Fr.	Hebel, Feder	Knochen der Feder	pp	6
17	M. Emil	54	Rad.-Schuldrub, Ulna- Verfraktur, Osteomyelitis	Ellenverrenk mit Feder	1941	59	Defekt	Ellenverrenk mit Feder, metaplastischer Span	metaplastischer Span, Pedortopfankern	pp	Heilung, Zeit- punkt unbek.
18	R. Kammlich	55	unbekannt	Drachling der Ulna	1955		geschlossene Fr.	Ulna-Feder, Radiusver- kürzung, Auftrichtung, hohlgelegter Span	-	pp	8
19	S. H. Hugo	20	Schuldrub (septisch)	unbekannt	1944		geschlossene Fr.	Hebel	-	pp	Pseudarthrose
20	S. Hertha	59	Ulnafraktur	Oipe	1941	2	geschlossene Fr.	Ellenverrenk mit Feder	-	pp	Heilung, Zeit- punkt unbek.
21	T. Karl	47	Unterschenkelfraktur	unbekannt	1924		Radiusfrakturheilung	Ulna-Feder, Radiusver- kürzung, Auftrichtung, Hebel	-	pp	3
22	T. Karl	50	offene Unterschenkelfraktur	Ulna-Feder, Feder, Radius-Feder	1949	36	geschlossene Fr.	metaplastischer Span, Drachling	-	pp	4
23	T. Alfred	27	Schuldrub	unbekannt	1945	5	Defekt	metaplastischer Span, Drachling	-	pp	4

Tabelle 2: Ulna-Pseudarthrosen

Name	Alter (Jahre)	Erste Verletzung	Behandlung vor Ausbildung der Pseudarthrose	Datum der Pseudarthrosen-O.p.	Zeit nach dem Unfall (Monate)	Zustand bei der Operation	Behandlung der Pseudarthrose	Funktion	Ergebnis (Heilung in Monaten)
1 B. Sauml.	30	Schubbruch des Radius (septisch)	unbekannt	1949	Defekt, Ellenverschub	Radius, Ulna	Radius/Magel, Ulna/Verkürzungstomie, Feder	pp	6
2 D. Kurt	26	Schubbruch (septisch)	Drahtnaht	1950	Ellenverschub	Radius, Ulna	Radius/Magel, Ulna/Verkürzungstomie, Feder	pp	5
3 K. Sauml.	40	Schubbruch	Anlageplatten, Drahtligaturen	1945	geschlossene Pseudarthrose	geschlossene Pseudarthrose	Radius/Magel, Ulna/Verkürzungstomie, Feder	pp	4
4 W. Mail	36	Schubbruch des Radius	unbekannt	1957	172 Defekt	Defekt	Radius auf Magel aufgefädelt, Autotransplantat, Ulna/Verkürzungstomie, Feder	pp	Heilung, Zeitpunkt unbekannt
5 M. Horst	24	Schubbruch	unbekannt	1949	Defekt	Defekt	Autotransplantat, distal eingeboit, proximal Drahtligatur	pp	5
6 M. Paul	30	Unterarmfraktur (septisch)	Radius/Lamaneche Platte, Ulna/Autotransplantat	1946	16 geschlossene Pseudarthrose	geschlossene Pseudarthrose	Radius/Magel, Ulna/Verkürzungstomie, Feder	pp	2
7 M. Walter	25	Schubbruch	unbekannt	1947	Defekt	Defekt	Radius auf Magel aufgefädelt, Autotransplantat, Ulna/Verkürzungstomie, Feder	pp	10
8 P. Sauml.	9	unbekannt	unbekannt	1951	Defekt	Defekt	Radius/Magel, Ulna/Verkürzungstomie, Drahtligaturen	pp	3
9 B. Arthur	48	Fraktur des Radius	Kirschnerdraht	1955	geschlossene Pseudarthrose	geschlossene Pseudarthrose	Radius/Magel, Ulna/Verkürzungstomie, Feder	pp	3
10 S. Sauml.	45	Schubbruch	unbekannt	1950	Defekt	Defekt	Radius auf Magel aufgefädelt, Autotransplantat (1. Operation), autoplastische Spantransplantation (2. Operation)	pp	Erkennungsbrech des Autotransplantates
11 S. Florena	39	offene Unterarmfraktur	autoplastischer Span	1948	geschlossene Pseudarthrose	geschlossene Pseudarthrose	autoplastischer Span, Federligatur	pp	5
12 T. Franz	49	Unterarmfraktur	Reposition, Cipe	1960	12 geschlossene Pseudarthrose	geschlossene Pseudarthrose	Radius/Magel, Ulna/Verkürzungstomie, Feder	pp	3
13 W. Karl	19	offene Unterarmfraktur	unbekannt	1945	145 Dislokation	Dislokation	Magel	pp	3

Tabelle 3: Radius-Pseudarthrosen

№	Name	Alter (Jahre)	Erste Verletzung	Behandlung der Primärfraktur	Nahe der Pseudarthrose-Op.	Zeit nach dem Unfall (Monate)	Status bei der Operation	Behandlung der Pseudarthrose	Prognose	Resultat (Seitung in Monaten)
1	B. Friedrich	51	Fraktur von Radius und Ulna, Stöckbruch des Radius	Radiusspan, Drahtligatur, Ulnaflap	1949	9	geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	6
2	B. Heilm	16	Offene Fraktur (septisch)	Radiusunbekannt, Ulnaflap	1947	24	Pistel, Defekt	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	oek.	3
3	B. Jacobin	50	Schubbruch	unbekannt	1950		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	4
4	B. Walter	51	Schubbruch (septisch)	Radiusflap, Span, Ulnaflap, Span	1947	25	Pistel, Beugestor, Defekt	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	oek.	2,5
5	C. Heinrich	22	Stöckbruch (Radius und Ulna), schwere Weichteilverletzungen	unbekannt	1955		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap	PP	Radiusheilung (5), Ulna-Pseudarthrose
6	F. Dorette	52	Fraktur von Radius und Ulna	unbekannt	1954		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Kiefer Span, Ulnaflap, Kiefer Span	PP	5
7	G. Wolfgang	25	Fraktur von Radius und Ulna	Drahtnaht (Radius, Ulna)	1950	8	geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	3,5
8	E. Hildegard	20	Schubbruch (septisch)	unbekannt	1946		Pistel	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	oek.	6
9	K. Alfred	20	Schubbruch (septisch)	unbekannt	1947	16	geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	2,5
10	L. Karl	60	Unterarmfraktur (septisch)	unbekannt	1948	12	geschlossene Pseudarthrose	Radiusspan, Ligamentfedern, Ulnaflap, Feder	oek.	5
11	M. Mamilch	36	unbekannt	unbekannt	1955		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	5
12	M. Heins	22	Schubbruch	unbekannt	1946		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	4
13	P. Harry	20	Schubbruch (septisch)	unbekannt	1947		Pistel	Radiusflap, Ulnaflap, Feder (1. Operation), Radiusflap, Ulnaflap, Feder (2. Operation)	oek.	Radiusheilung (12), Ulna-Pseudarthrose
14	P. Martin	44	offene Fraktur (septisch)	unbekannt	1955		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	4
15	S. Otto	37	unbekannt	unbekannt	1954		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Span, Ulnaflap, Span	PP	6
16	S. Anna	24	unbekannt	unbekannt	1950		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	Radiusheilung (4), Ulna-Pseudarthrose
17	S. Charlotte	57	offene Fraktur (septisch)	unbekannt	1947		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	3
18	S. Karl	35	Schubbruch	Ulna-Eisenbinderfrakt	1948		Defekt	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	7
19	S. Paul	50	Schubbruch (septisch)	unbekannt	1944		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	5
20	S. Hilde	40	Fraktur von Radius und Ulna	Drahtligatur	1946	24	geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	4,5
21	W. Willi	26	offene Fraktur	unbekannt	1949		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap, Feder	PP	6
22	Z. Mamilch	25	Schubbruch (septisch)	unbekannt	1945		geschlossene Pseudarthrose	Radiusflap, Ulnaflap	PP	Radiusheilung (4), Ulna-Pseudarthrose

Tabelle 4: Pseudarthrosen an Radius und Ulna

C) Os scaphoideum-Pseudarthrosen

1. Ursachen

Die Ursachen für das Entstehen einer Os scaphoideum-Pseudarthrose liegen in mechanischen Einflüssen, nicht erfolgter, zu kurz dauernder oder unvollkommener Ruhigstellung. Die Schwierigkeit, das frakturierte Os scaphoideum exakt ruhigzustellen, erklärt sich aus der Tatsache, daß das Os scaphoideum zwar anatomisch der proximalen Handwurzelreihe zugerechnet wird, funktionell aber zur distalen Handwurzelreihe gehört. Die Bandverbindungen zum Radius, Os multangulum majus und der Basis des Os metacarpale I führen dazu, daß besonders das distale Fragment bei allen Daumenbewegungen und in geringerem Umfange auch bei Bewegungen der Finger II-V passiv mitbewegt wird.

Die Pseudarthrosenentstehung begünstigende Faktoren sind weiterhin die Mangeldurchblutung des körpernen Bruchstückes infolge Zerreißung des ernährenden Gefäßes (LEXER, OBLETZ) und die intraartikuläre Lage der Fraktur.

2. Behandlung

Folgende operative Verfahren kamen zur Anwendung:

Anlagerung eines schiffchenförmigen Kieler Spanes (MAATZ);

BECK'sche Bohrung;

Bohrdrahtosteosynthese (GEISSENDÖRFER, ÜBERMUTH);

Druckschraube (MAATZ).

Durch das percutane Einführen einer Schraube kann die bei der Nagelung häufig auftretende unangenehme Komplikation des Herauswanderns aus dem Knochen vermieden werden. Mit tiefgehenden Schraubenzügen erfaßt die Schraube das proximale Fragment, durch Anziehen der Schraubenmutter am Kopfende der Schraube werden die Bruchstücke gegeneinander gepreßt. Die Schraube hat gegenüber dem Nagel außerdem den Vorteil, daß sie Scher- und Zugbeanspruchungen kompensiert. Der Nagel kann im günstigsten Falle nur Scherbewegungen ausschalten.

Ruhigstellung erfolgte für mindestens acht Wochen im Unterarm-Gipsverband mit Einschluß des Daumengrundgliedes.

3. Ergebnis

Es wurden insgesamt 16 Os scapuloideum-Pseudarthrosen operiert. Vier durch Anlagerung eines schiffchenförmigen Kieler Spanes behandelte Pseudarthrosen heilten in ein und einem halben bis zwei Monaten.

Eine BECK'sche Bohrung führte nicht zum Erfolg.

Neun Pseudarthrosen wurden percutan durch einen Stahlstift ruhiggestellt. Davon heilten sieben nach durchschnittlich drei Monaten. Bei einem Patienten wanderte der Stahlstift aus dem Knochen heraus und perforierte die Haut. Infektion und Ankylose des Handgelenkes waren die Folge. Eine weitere Pseudarthrose, bei der ebenfalls der Stahlstift aus dem Knochen herauswanderte, heilte fünf Monate nach der Behandlung mit einer Druckschraube.

Zwei Os scapuloideum-Pseudarthrosen erhielten je eine Druckschraube, nur eine wurde knöchern überbrückt.

Nr.	Name	Alter (Jahre)	Klin. Verletzung	Localisation der Fraktur	Behandlung der Primärfraktur	Datum der Pseudarthrosen-Op.	Zeit nach dem Unfall (Monate)	Zustand bei der Operation	Behandlung der Pseudarthrose	Heilung	Ergebnis Heilung (in Monaten)
1	B. mann.	21	Fraktur	Mitte	unbekannt	1941	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	2 Stahletifte (perkut.)	pp	1,5
2	B. Wolfgang	20	Fraktur	Mitte	Verrenkung	1962	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Kieler Span	pp	2
3	B. mann.	17	Fraktur	Mitte	unbekannt	1943	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Stahletift (perkut.)	pp	3
4	F. weibl.	36	Fraktur	distales Drittel	unbekannt	1943	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Becksche Bohrung	pp	Pseudarthrose
5	F. mann.	20	Fraktur	Mitte	unbekannt	1941	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Stahletift (perkut.)	pp	3
6	G. Otto	49	Fraktur	Mitte	unbekannt	1961	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Kieler Span	pp	2
7	G. Walter	44	Fraktur	Mitte	unbekannt	1943	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Stahletift (perkut.)	pp	2,5
8	H. mann.	33	Fraktur	Mitte	unbekannt	1943	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Druckschraube	pp	Pseudarthrose
9	K. mann.	26	Fraktur	Mitte	unbekannt	1942	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Stahletift (perkut.)	pp	2,5
10	K. mann.	23	Fraktur	Mitte	Stahletift	1942	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Stahletift (perkut.)	pp	5
11	L. mann.	34	Fraktur	Mitte	unbekannt	1943	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Stahletift (perkut.)	pp	Stahletift wandert, Perforation der Haut, Infektion, Ankylose
12	L. mann.	36	Fraktur	Mitte	unbekannt	1943	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Stahletift (perkut.), Stahletift wandert, deshalb Druckschraube	pp	5
13	S. Eberhard	17	Fraktur	Mitte	unbehandelt	1961	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Kieler Span	pp	1,5
14	S. Günter	35	Fraktur	Mitte	unbekannt	1963	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Kieler Span	pp	2
15	S. mann.	43	Fraktur	Mitte	unbekannt	1943	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Druckschraube	pp	7
16	W. mann.	21	Fraktur	Mitte	unbekannt	1941	geschlossene Ps.	geschlossene Ps.	Stahletift (perkut.)	pp	1,5

Tabelle 6: Os scaphoideum-Pseudarthrosen

D) Femur-Pseudarthrosen

1. Ursachen

Bedingt durch die Anordnung der Muskulatur können, je nach Sitz der Fraktur, folgende Dislokationen der Fragmente auftreten:

bei Fraktur des proximalen Drittels: Beugung, Außenrotation und Abduktion des proximalen Fragmentes (M. iliopsoas, Mm. glutei);

bei Fraktur des mittleren Drittels: Adduktion des proximalen Fragmentes (Adduktorengruppe);

bei Frakturen des distalen Drittels: Rekurvatur des distalen Fragmentes (M. gastrocnemius).

Wird eine nicht exakt reponierte Femurfraktur zu früh belastet, kann durch das Gewicht des Körpers die Dislokation der Fragmente verstärkt werden und die knöcherne Heilung ausbleiben.

Die Anzahl der Pseudarthrosen am Femur beträgt sechsundzwanzig.

Fünfundzwanzig Pseudarthrosen entstanden nach Schußbrüchen, in einem Fall ließ sich Nagelgleiten als Ursache für das Entstehen der Pseudarthrose ermitteln.

2. Behandlung

Für die Femur-Pseudarthrose gibt es keine zuverlässigere Behandlungsmethode als die Nagelung. Zur Erzielung einer stabilen Osteosynthese kniegelenknaher Femur-Pseudarthrosen kann es notwendig sein, den Nagel durch das Kniegelenk hindurchzutreiben (Nr. 16). Eine Spanplastik wird angewandt, wenn die Pseudarthrose trotz Nagelung keine Zeichen der knöchernen Konsolidierung zeigt.

3. Ergebnis

Fünfundzwanzig-größtenteils eiternde-Femur-Pseudarthrosen waren nach durchschnittlich sieben Monaten knöchern überbrückt.

Ein Patient verstarb postoperativ an einer Allgemeininfektion.

Fünfundzwanzig Femur-Pseudarthrosen wurden genagelt.

An eine Femur-Pseudarthrose wurde mit Erfolg ein Kieler Span angelagert. Zum Schutze des Transplantates wurde der im Markraum liegende Nagel belassen (Nr. 9).

Name	Alter (Jahre)	Art Verletzung	Behandlung der Primärfraktur	Sitz der Pseudarthrose	Datum der Pseudarthrose-Dy. Zeit nach dem Unfall (Monate)	Zustand bei der Operation	Ort Ferale der Pseudarthrose	Wundheilung	Ergebnis (Heilung in Monaten)
B. Franz	25	Schußbruch	unbekannt	Mitte Schaft	1946 8	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	7
D. Albertus	38	Schußbruch	unbekannt	suprakondylär	1946	geschlossene Pseudarthrose	Nagel	pp	5
D. Erich	45	Schußbruch	unbekannt	subtrochantär	1946	Fistel	Nagel	sek.	5
F. Heinrich	42	Schußbruch	Drachtaht	Mitte Schaft	1946 10	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	6
H. Erich	31	Trümmer-Schußbruch	unbekannt	subtrochantär	1945	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	11
H. Heinrich	28	Schußbruch	unbekannt	subtrochantär	1946 16	geschlossene Pseudarthrose	T-Nagel	pp	5
H. Heinz	28	Schußbruch	unbekannt	subtrochantär	1945	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	5
H. Paul	18	Schußbruch	unbekannt	Mitte Schaft	1945	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	6
J. Agnes	55	Fraktur	Nagel, Nagelgleiten, Facheschlagen des Nagels	subtrochantär	1961 5	geschlossene Pseudarthrose	Kieler Span bei liegenden Nagel	pp	4,5
K. Helmut	25	Schußbruch	unbekannt	suprakondylär	1946	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	5
K. Max	34	Schußbruch	Leuesche Platte	Mitte Schaft	1945	Fistel	Nagel	sek.	9
K. Paul	29	Schußbruch	unbekannt	Mitte Schaft	1945	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	6
L. Bruno	21	Schußbruch	unbekannt	Mitte Schaft	1945	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	5
M. Franz	24	Schußbruch	Drachtahtschlingung	subtrochantär	1946	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	4
M. Johann	40	Schußbruch	unbekannt	suprakondylär	1945	Fistel	Nagel	sek.	11
M. Willi	56	Schußbruch	unbekannt	suprakondylär	1945	Fistel	Nagel (durch Einlegen)	sek.	13
P. Hans	25	Schußbruch	unbekannt	Mitte Schaft	1946 28	Fistel	Nagel	sek.	7
F. Karl	59	Schußbruch	unbekannt	Mitte Schaft	1945	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	6
R. Willi	19	Schußbruch	unbekannt	Mitte Schaft	1945	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	7
Sch. Eduard	26	Schußbruch	unbekannt	oberes Drittel	1946 12	Fistel, Sequester	Nagel	Tod durch Allgemeininfektion	
Sch. Fritz	32	Schußbruch	unbekannt	Mitte Schaft	1945 6	Fistel, Sequester	Nagel	sek.	7
S. Dimitri	30	Schußbruch	unbekannt	oberes Drittel	1945	Fistel	Nagel	sek.	8
S. Otto	26	Schußbruch	unbekannt	Mitte Schaft	1945 17	Fistel	Nagel	sek.	13
S. Rudolf	19	Schußbruch	unbekannt	unteres Drittel	1946 10	Fistel	Nagel	sek.	5
U. Fritz	32	Schußbruch	unbekannt	oberes Drittel	1945 4	Fistel	Nagel	sek.	5
W. Heinrich	18	Schußbruch	unbekannt	oberes Drittel	1945	Fistel	Nagel	sek.	6

Seite 61 Femur-Pseudarthrosen

E) Pseudarthrosen an der Tibia

1. Ursachen

Das Fibulaköpfchen unterstützt den Tibiakopf exzentrisch. Fibulaköpfchen und Tibiakopf sind miteinander elastisch verbunden. Bei isolierter Tibiafraktur verhindert die Fibula den Kontakt der Bruchflächen. Beanspruchung ruft eine Drehung des oberen Fragmentes um das Fibulaköpfchen hervor, die Bruchflächen werden gegeneinander verschoben. Nach Aufhören der Beanspruchung federn die Bruchstücke in die ursprüngliche Lage zurück. Um die Sperrwirkung auszuschalten kann eine Osteotomie der Fibula erforderlich sein. Der fehlende Muskelbesatz der Vorderfläche der Tibia begünstigt die Entstehung komplizierter Frakturen mit ihren häufigen Folgen, der Eiterung und Sequestrierung.

Das Nichtvorhandensein eines geschlossenen Muskelmantels macht sich außerdem nachteilig für die Fixation der Fragmente bemerkbar. Teilversteifungen von Knie- und Sprunggelenk können zu Fehlbelastung führen.

Es wurden 15 Pseudarthrosen an der Tibia operativ behandelt. Für die Entstehung der Pseudarthrosen können verantwortlich gemacht werden:

Bei sechs Patienten offene Frakturen (davon eine infiziert). Die Nagelung der infizierten Fraktur wurde von einer Osteomyelitis gefolgt. Sekundäre Wundheilung wurde nach Nagelung einer der offenen Frakturen registriert. Bei einer Tibia-Fraktur wurden mehrfache vergebliche Repositionsversuche unternommen. Eine Tibia-Fraktur wurde mit einer LANE'schen Platte, welche frakturierte, versorgt. Bei einer genagelten Tibia-Fraktur kam es zur Nagelfraktur. Bei sechs Tibia-Frakturen ließ sich eine Ursache für das Ausbleiben der knöchernen Konsolidierung nicht finden.

2. Behandlung

a) Nagelung

Tibia-Pseudarthrosen proximal der Mitte wurden durch den Keilnagel, distal der Mitte durch den Spreiznagel versorgt. Der Spreiznagel besitzt im Spreizdreieck Biegefestigkeit. Er verhindert die Rekurvatur der Tibia, die beim KÜNTSCHER'schen Doppelnagel auftritt. Da die Biegefestigkeit des Nagels mit zunehmender Entfernung vom

Spreizdreieck abnimmt, soll die schiefe Ebene möglichst nahe der Fraktur liegen. Daraus folgt, daß eine stabile Osteosynthese in der Mitte der Tibia nur durch Nägel großen Durchmessers erzielt werden kann. Seitdem KÜNTSCHER durch Aufbohren des Markraumes und Verwendung dicker Nägel sein Verfahren der Marknagelung entsprechend erweitert hat, ist die Erzielung einer stabilen Osteosynthese bei Pseudarthrosen der Tibiamitte und enger Markhöhle kein Problem mehr.

b) Spantransplantation

Verwandt wurde ausschließlich der Kieler Knochenspan. Damit der Span in ganzer Ausdehnung vom Periost bedeckt werden konnte, war es unter Umständen erforderlich, durch Spaltung des Periostes im dorsalen Bereich der Tibia einen Brückenlappen zu schaffen. Wurde die Tibia nicht durch einen Nagel sicher stabilisiert, war minimal sechswöchige Ruhigstellung im Gipsverband notwendig. Waren nach dieser Zeit keine Wackelbewegungen feststellbar und wurden keine Schmerzen angegeben, konnten Bewegungsübungen im Bett durchgeführt werden.

3. Ergebnis

Drei Tibia-Pseudarthrosen wurden genagelt, zwei heilten. Die dritte genagelte Tibia-Pseudarthrose wurde erst nach Anlagerung eines Kieler Spanes knöchern überbrückt.

Eine Tibia-Pseudarthrose wurde mit Nagel und Kieler Span versorgt. Auf einer Röntgenaufnahme, zwei Monate nach der Operation angefertigt, war noch kein Callus nachweisbar.

Von 11 Tibia-Pseudarthrosen, welche durch Anlagerung Kieler Späne (einmal bei liegendem Nagel) behandelt wurden, heilten neun nach der ersten Operation, zwei wurden erst nach einer weiteren Operation knöchern überbrückt, nämlich Nagelung, bzw. -nach Nagelextraktion - Renagelung.

Der Zeitpunkt der knöchernen Überbrückung ist bei 13 Tibia-Pseudarthrosen bekannt, er liegt bei durchschnittlich drei Monaten.

Verf.	Erste Verletzung	Behandlung vor Ausbildung der Pseudarthrose	Datum der Pseudarthrose-Op.	Zeit nach dem Unfall (Monate)	Zustand bei der Operation	Behandlung der Pseudarthrose	Stapelheilung	Alter (Jahre)	Ergebnis Heilung (in Monaten)
1. K. Friedl	10 offene Trümmerfraktur (mittleres Drittel)	Extension, Gips, Nagelung, Sequenztraktion, Nagelisation	1961	9	geschlossene Pseudarthrose	Kleier Span	seh. 24	6	
2. K. Friedl	10 Fraktur von Tibia und Fibula	Extension, Gips, Nagelung, Sequenztraktion, Nagelisation	1962	5,5	geschlossene Pseudarthrose	1. Operationskleier Span, 2. Operationskleier Span, 3. Operationskleier Span	seh. 20	2	
3. K. Friedl	10 Fraktur von Tibia und Fibula	Extension, Gips, Nagelung, Sequenztraktion, Nagelisation	1962	5,5	geschlossene Pseudarthrose	1. Operationskleier Span, 2. Operationskleier Span, 3. Operationskleier Span	seh. 6	2	
4. K. Friedl	10 Trümmerfraktur von Tibia und Fibula	vergeblicher Versuch der Nagelung, Extension, Gips	1961	2	geschlossene Pseudarthrose	Kleier Span	seh. 20	5	
5. K. Friedl	10 Fraktur, Mitte Tibia	Extension, Gips	1964	5,5	geschlossene Pseudarthrose	Kleier Span	seh. 10	5,5	
6. K. Friedl	10 offene Fraktur von Tibia und Fibula	Extension, Gips	1962	5	geschlossene Pseudarthrose	Nagelung	seh. 1	2,5	
7. K. Friedl	10 Fraktur, Grenze mittleres/distales Drittel	unbekannt	1957	2,5	geschlossene Pseudarthrose	Kleier Span	seh. 5	2	
8. K. Friedl	10 Fraktur der Tibia (Grenze mittleres/distales Drittel) Stumpfbraktur der Fibula	unbefriedigende Reposition, Gips	1962	5,5	geschlossene Pseudarthrose	Nagelung (offen)	seh. 2	2	
9. K. Friedl	10 offene Fraktur der Tibia (proximales Drittel)	Extension, Gips	1964	7	geschlossene Pseudarthrose	1. Operationskleier Span, 2. Operationskleier Span	seh. 10	3	
10. K. Friedl	10 offene Trümmerfraktur von Tibia und Fibula, Gips	Extension, Gips	1962	4	geschlossene Pseudarthrose	Kleier Span	seh. 8	Heilung, Zeitpunkt unbekannt	
11. K. Friedl	10 Fraktur von Tibia und Fibula	Gips	1964	19	geschlossene Pseudarthrose	Tibia/Kleier Span, Fibula/Kleier Span, 1. Operationskleier Span, 2. Operationskleier Span	seh. 12	3	
12. K. Friedl	10 offene Fraktur (distales Drittel), Stumpfbraktur der Fibula	unbekannt	1960	19	geschlossene Pseudarthrose	Kleier Span	seh. 6	5,5	
13. W. Johanna	10 infizierte Fraktur von Tibia und Fibula (distales Drittel)	offene Nagelung, postoperativ Osteocement, Nagelisation	1960	7,5	Defekt	Kleier Span	seh. 20	6	
14. W. Theodor	10 Fraktur von Tibia und Fibula (distales Drittel)	Nagelung, Nagelisation	1964	29	geschlossene Pseudarthrose	Tibia/Nagelung, Kleier Span, Fibula/Kleier Span	seh. 3	7	
15. Z. Heins	10 Trümmerfraktur von Tibia und Fibula (distales Drittel)	Extension, Gips	1962	6	geschlossene Pseudarthrose	Kleier Span	seh. 6	2	

Tabelle 7a Tibia-Pseudarthrosen

F) Pseudarthrosen am Malleolus internus und externus

1. Ursachen

Kommt es nach Knöchelbrüchen zur Pseudarthrosenbildung, so wird in der Mehrzahl der Fälle der Malleolus internus betroffen. Es ist auffällig, daß es sich häufig um Querfrakturen in Höhe des Gelenkspaltes handelt.

LEXER bringt die Pseudarthrosenentstehung mit einer breiten gefäßarmen Knochenzone in diesem Bereich in Zusammenhang.

ANDREESSEN und ROSTOCK weisen auf die am Malleolus internus angreifenden Zug- und Scherkräfte mit ihrer zwangsläufigen Folge, der Dislokation, hin.

Als weitere Ursachen werden Interposition von Periost (BECK), von Teilen der Fascia cruris (EHALT), Abknickung oder Drehung des Malleolarfragmentes (BÖHLER) angegeben.

Insgesamt wurden achtzehn Innenknöchel- und zwei Außenknöchelpseudarthrosen operativ versorgt.

Die Innenknöchelpseudarthrosen waren achtmal Folge von Supinations-Eversions-Frakturen (Stadium IV), acht Innenknöchelpseudarthrosen entstanden nach Pronations-Eversions-Frakturen, und zwar viermal des Stadiums IV, dreimal des Stadiums III, einmal des Stadiums I. Zweimal entwickelte sich die Innenknöchelpseudarthrose aus Pronations-Abduktions-Frakturen des Stadiums III.

Den Außenknöchelpseudarthrosen gingen eine Supinations-Eversions-Fraktur (Stadium II) und eine Pronations-Abduktions-Fraktur (Stadium III) voran.

2. Behandlung

Infolge des sehr kurzen distalen Fragmentes kann ein die Pseudarthrose möglichst weit überragender Span nicht angelagert werden. Es gelingt aber auch nicht, eine größere periostale Tasche zu schaffen und über dem Span zu verschließen. Der T-Span-Schiffchen (MAATZ) beseitigt diese Schwierigkeiten. Der Anlegeteil erfüllt die Aufgabe des PHEMISTER-Spanes. Der "Kiel" überbrückt die Pseudarthrose intraossär und stellt die Fragmente ruhig.

Vier- bis fünföchige Ruhigstellung im Unterschenkelgipsverband ist notwendig.

3. Ergebnis

18 Innenknöchelpseudarthrosen wurden mit einem T-Span versorgt, 17 heilten knöchern.

Ursache des einen Mißerfolges war Infektion und Spanresorption. Der Zeitpunkt der knöchernen Überbrückung der Pseudarthrosen ist bei 16 Patienten bekannt. Er beträgt durchschnittlich 7,5 Wochen. Die Patientin Nr. 16 zeigte auf einer Röntgenkontrollaufnahme, die 16 Monate post op. angefertigt wurde, trotz Spanfraktur eine gut konsolidierte Fraktur.

Zwei Pseudarthrosen des Malleolus externus heilten nach Behandlung mit einem Schiffchen in 7,5 bzw. acht Wochen knöchern.

Name	Alter (Jahre)	Diagnose (Lange-Hansen)	Behandlung der Primärfraktur	Datum der Pseudarthrose-Op.	Zeit nach dem Unfall (Wochen)	Zustand bei der Pseudarthroscoperation	Op.-Technik der Pseudarthrose	Wundheilung	Gips (Wochen)	Belastung (Wochen)	Ergebnis Heilung (in Wochen)
1. B. Paul	50	FE IV	Reposition, Gips	1957	14	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	5	6	12
2. D. Karl	48	SE IV	Reposition, Gips	1959	8	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	7,5	8	8
3. G. Erna	60	PA III	Reposition, Gips	1962	14	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	6	8	12
4. C. Ruth	49	FE III (offen)	Reposition, Gips	1961	10	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	sek.	10	11	10
5. C. Paul	47	PA III (offen)	Reposition, Gips	1962	8	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	sek.	18	18	Pseudarthrose Sparsorption
6. E. Hertha	47	FE III	Reposition, Gips	1956	6	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	5	6	6
7. H. Irngard	49	FE III	Reposition, Gips	1960	11	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	8	8	8
8. J. Else	55	SE IV	Reposition, Gips	1961	10	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	4,5	6	10
9. K. Lily	61	SE IV	Reposition, Gips	1964	6	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	4	8	8
10. M. Augustine	56	FE IV	Reposition, Gips	1957	15	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	7	7	7
11. P. Edith	36	SE IV	Reposition, Gips	1963	8	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	5	6	6
12. P. Horst	38	FE I	Reposition, Gips	1962	5	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	3,5	4	6
13. P. Walter	57	FE IV	Reposition, Gips	1961	85	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	3,5	4	8
14. R. Klara	49	SE IV	Reposition, Gips	1961	7	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	6	8	7
15. R. Luise	41	SE IV	Reposition, Gips	1961	8	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	6	7,5	10
16. S. Herta	53	SE IV	Reposition, Gips	1961	7	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	8	10	Heilung trotz Spanfraktur
17. W. Editha	41	FE IV	Reposition, Gips	1960	10,5	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	6	8	6
18. W. Edmund	42	SE IV	Reposition, Gips	1962	5,5	geschlossene Pseudarthrose	Schiffchen	pp	6	6	6

Tabelle 8: Innenknöchel-Pseudarthrosen

G) Sonstige

1. Patella

a) Ursachen

Querfrakturen der Patella mit Dehiscenz der Fragmente können infolge des starken Zuges des M. quadriceps femoris durch konservative Maßnahmen nur selten zur knöchernen Überbrückung gebracht werden. Pseudarthrosen nach Patellafrakturen sind eine Rarität, weil diese meist operativ behandelt werden und so zur Heilung gelangen. Der hier erwähnte Fall ist eine Ausnahme.

Auszug aus der Krankengeschichte:

K., Ursula, 37 Jahre. 1949 Patellafraktur. 1961 querverlaufende Refraktur in der Mitte der Patella. Versorgung mit Drahtnaht, welche riß. Nachweis einer Pseudarthrose im Juli 1961.

b) Behandlung

Nach Anfrischung wurden die Fragmente mittels Federkopfschraube aneinandergefügt.

c) Ergebnis

Knöcherne Heilung erfolgte nach drei Monaten.

2. Clavicula

a) Ursachen

Clavicula-Pseudarthrosen entstehen bei konservativer Behandlung sehr selten. Meist führen Operationen infolge der durch sie bedingten zu starken Dislokation zur Ausbildung von Pseudarthrosen. Daß die Pseudarthrose der Clavicula vorwiegend im mittleren Drittel entsteht, hat folgenden Grund: das mediale Fragment wird durch Zug des M. sternocleidomastoideus nach oben gezogen, das laterale Fragment verschiebt sich nach caudal und medial, hervorgerufen durch den Zug der Brustmuskeln und das Absinken von Arm und Schulter.

Auszug aus den Krankengeschichten:

aa) P. Christel, 17 Jahre. Fraktur im mittleren Drittel der Clavicula. Anlegen eines Desault-Verbandes für drei Wochen. Sechs Wochen nach dem Frakturereignis noch keine Callusbildung nachweisbar.

bb) R., Irma, 53 Jahre, 1952 Fraktur in der Mitte der Clavicula.
Nagelung. 1963 Feststellung einer Defekt-Pseudarthrose.

b) Behandlung

aa) Nagelung mit RUSH-Pin

Hierbei war es erforderlich, zuvor einen Markraum zu bohren.

bb) Autoplastische Spantransplantation

c) Ergebnis

aa) Knöcherne Heilung nach vier Monaten

bb) Die Pseudarthrose wurde knöchern überbrückt. Das Datum des
Eintrittes der knöchernen Heilung ist unbekannt.

III. Besprechung der Ergebnisse getrennt nach Verfahren

A) Federosteosynthese

An Humerus und Ulna, wo Muskelkräfte fehlen, welche die Fragmente zusammenhalten könnten, wird diese Funktion von der Markraumfeder übernommen. Die Federkraft sorgt dafür, daß die Verbindung zwischen den Fragmenten stets erhalten bleibt. Dadurch werden resorptive Vorgänge am Knochen annulliert. Die Feder bringt die Humerus-Pseudarthrose und die distraktionsbedingte Ellen-Pseudarthrose - falls bei letzterer kein größerer Defekt vorliegt - zuverlässig zur knöchernen Überbrückung:

Alle 12 mit der Ellenfeder allein oder in Kombination mit Nagel bzw. Schraube behandelten Ulna-Pseudarthrosen heilten.

17 Pseudarthrosen von Ulna und Radius wurden typisch versorgt, d.h. die Ulna erhielt einen Nagel mit eingelegter Feder bzw. eine Schraubenfeder mit zentralem Nagel, der Radius wurde durch KÜNTSCHER-Nagel oder RUSH-Pin stabilisiert. 15 typisch behandelte Pseudarthrosen von Ulna und Radius heilten knöchern, zweimal blieb die Ulna pseudarthrotisch.

Am Humerus kam die Oberarmfeder insgesamt 43 mal zur Anwendung. 36 mal war die Behandlung erfolgreich, siebenmal vermochte sie eine knöcherne Überbrückung der Pseudarthrose nicht herbeizuführen.

Lokalisation der Pseudarthrose	Anzahl	Behandlung	Ergebnis	
			Heilung	Mißerfolg
Ulna	12	Feder	12	-
Unterarm	17	Ulna:Feder	15	2
		Radius:Nagel	17	-
Humerus	43	Feder	36	7

Tabelle 9: Federosteosynthese

B) Nagelung

Die Nagelung ist indiziert bei Pseudarthrosen fester Knochenrohre, die durch starke Muskelkraft oder Gehbelastung zusammengestaucht werden. Fehlen diese Voraussetzungen, so können die Fragmente auf

dem Nagel auseinandergleiten, sobald eine genügende Lockerung im Markraum aufgetreten ist.

So werden Pseudarthrosen der Ulna und des Humerus in einem hohen Prozentsatz durch den Nagel nicht geheilt.

Die Nagelung zweier Ulna-Pseudarthrosen ergab Mißerfolge.

Die Nagelung von zwei Pseudarthrosen des Unterarmes (Ulna und Radius gleichzeitig pseudarthrotisch) führte zur knöchernen Konsolidierung des Radius, während die Ulna pseudarthrotisch blieb.

Von vier genagelten Humerus-Pseudarthrosen heilten drei.

Der Radius ist als Stützknochen in die Muskulatur eingespannt, er ist deshalb auch bei Pseudarthrosen durch den Nagel ausreichend versorgt: alle acht genagelten Radius-Pseudarthrosen heilten.

Von 25, in der Mehrzahl eiternden, Pseudarthrosen am Femur heilten 24, ein Patient verstarb postoperativ an einer Allgemeininfektion. Fünf Tibia-Pseudarthrosen wurden genagelt, vier heilten.

Lokalisation der Pseudarthrose	Anzahl	Behandlung	Ergebnis	
			Heilung	Mißerfolg
Ulna	2	Nagel	-	2
Unterarm	2	Ulna:Nagel	-	2
		Radius:Nagel	2	-
Humerus	4	Nagel	3	1
Radius	8	Nagel	8	-
Femur	25	Nagel	24	1
Tibia	5	Nagel	4	1

Tabelle 10: genagelte Pseudarthrosen

C) Autologe Spantransplantation

Die autoplastische Spantransplantation bezweckt neben der durch das autologe Material induzierten Knochenneubildung die Stabilisierung der Fragmente. Sie hat eine absolute Indikation bei großen Defekten, wo andersartige Behandlung eine erhebliche Verkürzung nach sich ziehen und die Gebrauchsfähigkeit der betref-

fenden Extremität erheblich mindern würde: Unterarm, Femur, Tibia. Die autoplastische Spantransplantation wurde in 14 Fällen (13 Defekt-Pseudarthrosen) angewandt. Knöcherne Heilung trat in elf Fällen ein. Ursache der drei Mißerfolge waren Spanfrakturen.

Es muß hervorgehoben werden, daß nahezu alle autoplastischen Spantransplantationen bei Pseudarthrosen vorgenommen wurden, die nach infizierten Schußverletzungen entstanden waren und die Operationen zu einem Zeitpunkt erfolgten, als wirksamer antibiotischer Schutz nicht existierte.

Lokalisation der Pseudarthrose	Anzahl	Behandlung	Ergebnis	
			Heilung	Mißerfolg
Ulna	6	autologer Span	5	1
Radius	6	autologer Span	5	1
Humerus	1	autologer Span	-	1
Clavicula	1	autologer Span	1	-

Tabelle 11: autologe Spantransplantation

D) Heterologe Spantransplantation (Kieler Span)

Im ersatzstarken Lager entsprechen die Behandlungsergebnisse mit dem Kieler Span (MAATZ, BAUERMEISTER) denen des autologen Spanes. In Form des Schiffchenspanes (MAATZ) kam der Kieler Span bei Pseudarthrosen des Os scaphoideum, des Malleolus internus und externus zur Anwendung.

Durch den Schiffchenspan wurde das Problem, bei Malleolar-Pseudarthrosen das sehr kurze distale Fragment ausreichend zu fixieren oder einen die Pseudarthrose möglichst weit überragenden Span anzulagern in eindrucksvoller Weise gelöst.

Am Femur kann die Verwendung eines Anlegespanes zweckmäßig sein, wenn eine genagelte Fraktur (Nr. 9) sich nicht durchbaut, die Verwendung eines dickeren Nagels nicht möglich ist und die Nagelung bereits Wochen oder Monate zurückliegt, so daß eine Nekrose des Knochens durch gleichzeitige intra- und extraossäre Skelettierung

nicht droht.

Lokalisation der Pseudarthrose	Anzahl	Behandlung	Ergebnis	
			Heilung	Mißerfolg
Os scaphoideum	4	Schiffchen	4	-
Mall.internus	18	Schiffchen	17	1
Mall.externus	2	Schiffchen	2	-
Humerus	4	Kieler Span	3	1
Femur	1	Kieler Span ^x	1	-
Tibia	12	Kieler Span	10	2
x bei liegendem Nagel				

Tabelle 12: Heterologe Spantransplantation (Kieler Span)

IV. Zusammenfassung

Aus dem Zeitraum von 1941-1964 wird über 184 Pseudarthrosen berichtet, welche in der Chirurgischen Universitätsklinik Kiel, in Marine-Lazaretten und im Auguste Viktoria-Krankenhaus Berlin behandelt worden sind.

Die Ergebnisse sind aus folgender Tabelle zu ersehen:

Sitz der Pseudarthrose	Anzahl	Endresultat bekannt	Ergebnis	
			Heilung	Mißerfolg
Clavicula	2	2	2	-
Humerus	46	46	43	3
Ulna	23	23	20	3
Radius	13	13	13	-
Unterarm	22	22	18	4 (Ulna)
Os scaphoideum	16	16	13	3
Femur	26	26	25	1
Patella	1	1	1	-
Tibia	15	14	14	?
Malleolus internus	18	18	17	1
Malleolus externus	2	2	2	-
zus.:	184	183=100%	168=92%	15=8%

Tabelle 13: Behandlungsergebnisse von 184 operierten Pseudarthrosen

Das Endresultat ist von 183 Patienten (=100%) bekannt. 92% der Pseudarthrosen heilten knöchern, acht Prozent konsolidierten nicht. Einer von GRAFF angegebenen Statistik zufolge traten bei 7750 Pseudarthrosen-Operationen des Schrifttums 10-20 % Versager auf. Da ein Zeitraum erfaßt wird, in welchem die Methoden der Fraktur- und Pseudarthrosenbehandlung sich entscheidend wandelten, da in den ersten Jahren Antibiotica nur in beschränktem Maße oder garnicht zur Verfügung standen, können die hier geschilderten Erfolge im ganzen gesehen einen Einblick in die heute möglichen Erfolgsaussichten noch nicht geben. Um so überzeugender aber müssen die Erfolge der angewandten Methoden sein, da sie sich mit den nach

modernsten Gesichtspunkten durchgeführten Verfahren durchaus messen können.

Die Marknagelung nach KÜNTSCHER, die Federosteosynthese nach MAATZ und der Kieler Span als heterologes Transplantat haben sich in ihren Indikationsbereichen neben dem autologen Knochenspan in dem ihm heute zukommenden Indikationsgebiet bewährt.

Literaturverzeichnis

- ALLGÖWER, M.: Osteosynthese und primäre Knochenheilung. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 308, 423-434 (1964)
- ANDRESEN, R.: Entstehung, Begutachtung und Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose der Hand. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 309, 56-63 (1965)
- BAUERMEISTER, A.: Experimentelle Grundlagen für den Aufbau einer neuen Knochenbank. Hefte Unfallheilk. H. 58, 1-145 (1958)
- BECK, A.: Zur Behandlung der verzögerten Konsolidation bei Unterschenkelbrüchen. Zbl. Chir. 56, 2690-2692 (1929)
- BECK, A.: Die Behandlung der Pseudarthrosen mit Knochenbohrung. Zbl. Chir. 58, 2802-2808 (1931)
- BÖHLER, L.: Die Ursachen der Pseudarthrosenbildung und ihre Behandlung. Klin. Wschr. 1332-1334 (1928)
- BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung im Frieden und im Kriege. 9.-11. Aufl. Wilhelm Maudrich, Wien 1944
- BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 12. und 13. vollständig neubearbeitete Auflage. Wilhelm Maudrich, Wien 1963
- BÖHLER, L.: Die Verhütung der Pseudarthrosen. Hefte Unfallheilk. H. 94, 77-82 (1968)
- BRANDES, M.: Über Störungen der Konsolidation nach orthopädischen Osteotomien langer Röhrenknochen. Ein Rückblick auf 10 Jahre. Arch. klin. Chir. 170, 408-426 (1932)
- BÜRKLE DE LA CAMP, H.: Betrachtungen über die Knochenverpflanzung. Med. Welt, 139-142 (1960)
- CLEVELAND, M., E. M. WINANT: Treatment of non-union in compound fractures with infection. J. Bone Surg. 34-A, 554-563 u. 590 u. 679 (1952)
- COTTA, H.: Ein Beitrag zur Behandlung der Callusverzögerung und Pseudarthrosen. Berliner Med. 16, 813-819 (1965)
- DANIS, R.: Théorie et pratique de l'osteosynthèse. Masson & Cie, Paris 1949
- DE BUREN, N.: Causes and treatment of non-union in fractures of the radius and ulna. J. Bone Jt Surg. 44-B, 614-625 (1962)
- DECOULX, P., J.-P. RAZEMON: Traitement des pseudarthroses diaphysaires par le coapteur de Danis. Rev. de Chir. 43, 420-436 (1957)
- EHALT, W.: Ein typisches Repositionshindernis beim Pronationsbruch des inneren Knöchels. Chirurg 11, 123-124 (1939)

- GALEAZZI, R.: Über ein besonderes Syndrom bei Verletzungen im Bereich der Unterarmknochen. Arch. orthop. Unfall-Chir. 35, 557-562 (1935)
- GEISSENDÖRFER, H.: Erfolgreiche Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche der Hand durch Nagelung. Zbl. Chir. 68, 343-346 (1941)
- GEISSENDÖRFER, H.: Meine Technik der Kahnbein-Nagelung. Zbl. Chir. 68, 1334-1336 (1941)
- GRAFF, U.: Die Phemisterplastik bei Pseudarthrosen und ihre Heilerfolge. Unfallchir. Tagg. 21. und 22. 11. 1953 Frankfurt/Main. Verh. Bd., 94-102 (1953)
- GREIFENSTEINER, H.: Die operative Behandlung der Unterschenkelpseudarthrose und Unterschenkelbrüche mit verzögerter Callusbildung unter besonderer Berücksichtigung der Kompressions-Osteosynthese. Bruns' Beitr. klin. Chir. 187, 219-246 (1953)
- GULEKE, N.: Über Pseudarthrosen. Münch. med. Wschr. 265 (1916)
- GULEKE, N.: Die Verletzungen der Knochen und Gelenke der Gliedmaßen. Lehrbuch der Chirurgie. 9. umgearbeitete Aufl. Gustav Fischer, Jena 1931
- HAASCH, K.: Klinische Erfahrungen mit dem Kieler Span. Chirurg 34, 21-25 (1963)
- HICKS, J. H.: Rigid fixation as a treatment for non-union. Lancet 1963, II, 272-273
- KIRSCHNER, M.: Der Ausgleich knöcherner Deformitäten. Zbl. Chir. 50, 928-929 (1923)
- KIRSCHNER, M., O. NORDMANN: Die Chirurgie. Eine zusammenfassende Darstellung der allgemeinen und der speziellen Chirurgie. 2. Aufl. Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien 1944
- KROMPECHER, S.: Die Knochenbildung. Gustav Fischer, Jena 1937
- KÜNTSCHER, G.: Die Marknagelung. Dr. Saenger, Berlin 1950
- KÜNTSCHER, G.: Die Nagelung der Malleolarpseudarthrose. Mschr. Unfallheilk. 56, 107-111 (1953)
- KÜNTSCHER, G.: Die Sperr-Pseudarthrose. Zbl. Chir. 80, 337-345 (1955)
- KÜNTSCHER, G.: Pseudarthrose nach "Marknagelung". Z. Orthop. 87, 225-234 (1956)
- KÜNTSCHER, G.: Das Callusproblem. Arch. orthop. Unfall-Chir. 49, 1-14 (1957)
- KÜNTSCHER, G.: Die Technik des Aufweitens der Markhöhle. Chirurg 30, 28-35 (1959)
- KÜNTSCHER, G.: Der Heilungsvorgang bei der Pseudarthrose. Zbl. Chir. 84, 49-56 (1959)

- KÜNTSCHER, G.: Die Osteosynthese. Zbl. Chir. 85, 828-840 (1960)
- KÜNTSCHER, G.: Die Behandlung der Unterarmpseudarthrose. Chirurg 32, 37-44 (1961)
- KÜNTSCHER, G.: Die biologischen Gesetze der Knochenbruchheilung. Chirurg 32, 261-265 u. 312-317 (1961)
- KÜNTSCHER, G.: Ursachen der Mißerfolge bei der Pseudarthrosenbehandlung mittels Spanverpflanzung. Hefte Unfallheilk., H. 78, 134-137 (1964)
- KÜNTSCHER, G.: 25 Jahre Marknagelung. Zbl. Chir. 90, 2257-2263 (1965)
- KÜNTSCHER, G.: Weitere Fortschritte auf dem Gebiet der Marknagelung. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 316, 224-231 (1966)
- KÜPPERMAN, W.: Die Verwendung von Knochen bei der Osteosynthese. Hefte Unfallheilk., H. 56, 38-42 (1958)
- LANGE, M.: Diskussionsbeitrag auf der 40. Jahresversammlung der Schweizerischen Gesellschaft für Chirurgie vom 30./31. 5. 1953 in Genf. Helv. Chir. Acta 20, 385-395 (1953)
- LAUGE HANSEN, N.: Knöchelbrüche und Bandverletzungen des Fußgelenkes und des Fußes. Zbl. Chir. 88, 528-541 u. 545-561 (1963)
- LENTZ, W.: Die Grundlagen der Transplantation von fremdem Knochengewebe. Georg Thieme, Stuttgart 1955
- LEXER, E.: Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie. 10. und 11. Aufl. Ferdinand Enke, Stuttgart 1920
- MAATZ, R.: Über die Formschüssigkeit bei der Küntschner-Nagelung. Zbl. Chir. 70, 1641-1649 (1943)
- MAATZ, R.: Schraubung der Kahnbeinpseudarthrose. Zbl. Chir. 70, 1720-1721 (1943)
- MAATZ, R.: Die Bedeutung des Markraumreizes für die Frakturheilung. Bruns' Beitr. klin. Chir. 177, 363-380 (1948)
- MAATZ, R.: Über Ursache und Verhütung der Ellenpseudarthrose. Chirurg 20, 287-289 (1949)
- MAATZ, R.: Osteosynthese mit Feder. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 263, 201-212 (1949)
- MAATZ, R.: Federosteosynthese. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 264, 521-525 (19507)
- MAATZ, R.: Pseudarthrosenbehandlung durch die Markfeder. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 270, 446-448 (1951)
- MAATZ, R.: Die Wundmechanik der Federosteosynthese. Z. Orthop. 80, 643-656 (1951)
- MAATZ, R.: Feder-Osteosynthese. Karl Jansen, Kiel 1951

- MAATZ, R.: Die Reaktion des Knochens auf Federdruck.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 44, 529-539 (1951)
- MAATZ, R.: Osteosynthese an der Elle. Chirurg 28, 24-27 (1957)
- MAATZ, R.: Klinische Erfahrungen mit dem eiweißarmen Tierspan.
Langenbeck's Arch. klin. Chir. 292, 831-836 (1959)
- MAATZ, R.: Die Behandlung der Innenknöchelpseudarthrose mit einem T-Span. Bruns' Beitr. klin. Chir. 203, 145-151 (1961)
- MAATZ, R.: Drehfehler an Ober- und Unterschenkel nach Marknagelung.
Zbl. Chir. 87, 1373-1381 (1962)
- MAATZ, R.: Leistung und Grenzen des Kieler Spans.
Med. Pharm. Mitteilungen B. Braun, Melsungen 100, 2494-2503 (1963)
- MAATZ, R.: Das Wesen des Kieler Spans.
Langenbeck's Arch. klin. Chir. 308, 1028-1031 (1964)
- MAATZ, R., A. BAUERMEISTER: Wesen und Anwendung des Kieler Knochen-
spanes. Med. Pharm. Mitteilungen B. Braun, Melsungen 97, 2117-2135 (1961)
- MAATZ, R., H. GRIESSMANN, H. JUNGE, H.-J. HOPPE, W. SCHÜTTEMAYER, H. LEMPERT:
Ergebnisse der Marknagelung. Hefte Unfallheilk., H. 40 (1951)
- MATTI, H.: Über die Behandlung der Navicularefraktur und der Re-
fractura patellae durch Plombierung mit Spongiosa.
Zbl. Chir. 64, 2353-2359 (1937)
- MATZEN, P. F.: Erfahrungen mit der Druckosteosynthese.
Zbl. Chir. 89, 1-12 (1964)
- MAURATH, J.: Physikalisch-mechanische Untersuchungen der Stabilität
der einzelnen Osteosyntheseverfahren bei Schaftfrakturen.
Langenbeck's Arch. klin. Chir. 308, 477-478 (1964)
- MAURER, P., J. EVRARD, J. BENOIT: Pseudarthroses infectées de jambe.
Rev. Chir. Orthop. 54, 147-152 (1968).
- MÜLLER, M. E., M. ALLGÖWER, H. WILLENEGGER: Technik der operativen Frak-
turenbehandlung. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1963
- MÜLLER, M., E. ZUMIKON, M. ALLGÖWER: Zur Behandlung der Pseudarthrose.
Helv. Chir. Acta 25, 356-364 (1958)
- MURRAY, W. R., D. B. LUCAS, V. T. INMAN: Treatment of non-union of fractures
of the long bones by two-plate method.
J. Bone Jt Surg. 46-A, 1027-1048 (1964)
- OBLETZ, B. E., B. M. HALBSTEIN: Non-union of fractures of the carpal
navicular. J. Bone Surg. 20, 424-428 (1938)
- ORELL, S.: Implantation of autoplasmic, homoplasmic and hetero-
plasmic bone (Regeneration after bone grafting).

- J.internat.Chir.23,328-330 (1953)
- OSTAPOWICZ,G.:Pseudarthrose und ihre Therapie.
- Bruns' Beitr.klin.Chir.205,1-26 (1962)
- PHEMISTER,D.B.:Biologic principles in the healing of fractures and their bearing on treatment.
- Ann.Surg.133,433-446 (1951)
- RICARD,R.:Le traitement des pseudarthroses diaphysaires infectees des membres.Rev.Chir.orthop.50,51-58 (1964)
- ROSTOCK,P.:Die Naviculare-Pseudarthrose.
- Arch.orthop.Unfall-Chir.35,192-223 (1935)
- ROSTOCK,P.:Die Malleolarpseudarthrose.
- Arch.klin.Chir.191,557-568 (1938)
- RUSH,L.V.:Atlas der intramedullären Frakturfixation nach Rush.Ein Behandlungssystem.Johann Ambrosius Barth,München 1957
- SAKELLARIDES,H.:Pseudarthrosis of the clavicle.A report of twenty cases.J.Bone Surg.43-A,130-138 (1961)
- SAKELLARIDES,H.,P.A.FREEMAN,B.D.GRANT:Delayed union and non-union of tibial-shaft fractures.A review of 100 cases.
- J.Bone Jt Surg.46-A,557-569 (1964)
- SEVASTIKOGLU,J.A.:Operative treatment of non-united fractures of long bones.Acta orthop.scand.36,192-202 (1965)
- ÜBERMUTH,H.:Nagelung von Kahnbein-Pseudarthrosen der Hand.
- Zbl.Chir.68,1936-1941 (1941)
- URIST,M.R.,R.jr.MAZET,F.MC LEAN:The pathogenesis and treatment of delayed union and non-union.A survey of eighty-five ununited fractures of the shaft of the tibia and one hundred control cases with similar injuries.J.Bone Surg.36-A,931-968 (1954)
- WANKE,R.,R.MAATZ,H.JUNGE,W.LENTZ:Knochenbrüche und Verrenkungen.
- Urban & Schwarzenberg,München,Berlin,Wien 1967
- WIESER,C.:Die primäre Knochenbruchheilung und ihre Störung im Röntgenbild.
- Langenbeck's Arch.klin.Chir.308,434-440 (1964)
- WITT,A.N.:Die Behandlung der Pseudarthrosen.Walter de Gruyter, Berlin 1952

Herrn Professor Dr. MAATZ danke ich für die Überlassung des
Themas und die überaus großzügige Beratung und Unterstützung
während der Durchführung der Arbeit.

Lebenslauf

Am 10.7.1938 wurde ich in Zülz, Kreis Neustadt / Oberschlesien geboren. Die Grundschule besuchte ich in Schwarzhöhe, Kreis Senftenberg (Niederlausitz). Im Mai 1956 bestand ich die Reifeprüfung an der Rathenau-Oberschule Senftenberg. Im gleichen Jahre wurde ich an der Humboldt-Universität als Student der Medizin immatrikuliert. Nach vier Semestern setzte ich das Medizinstudium an der Philipps-Universität Marburg, nach weiteren drei Semestern, an der Freien Universität Berlin fort. Die ärztliche Verprüfung absolvierte ich im Jahre 1959 an der Philipps-Universität Marburg, das Staatsexamen bestand ich im Jahre 1963 an der Freien Universität Berlin. Seit der Bestallung als Arzt am 14.7.1965 arbeitete ich zunächst als Assistent im Röntgeninstitut und der Strahlen-Abteilung des Städtischen Krankenhauses Moabit, seit März des Jahres 1966 bin ich Assistenzarzt auf der Inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses Berlin-Hohengatow.

